

**B. Németh Mária**

MTA-SZTE Képességek Kutató Csoport

tanulmány

# A természettudományos műveltség fogalma és értelmezései

*A 20. század ötvenes évei óta a természettudományos nevelés jelentősen átalakult. A nagyszabású oktatási reformok, a modern tantervek és módszerek lényegi változásokat eredményeztek, tudományos alapokra helyezték a természettudományok addigi leíró jellegű, jelenségszintű oktatását, a célok és feladatok egyre összetettebbé váltak, sokféle tudás és műveltségkonceptió jelent meg.*

A tudománycentrikus irányzatok mellett fokozatosan elterjedtek az affektív alapú megközelítések és a társadalmi orientációjú, úgynevezett STS (Science Technology Society/Tudomány Technika Társadalom) nevelési programok (lásd például: Aikenhead, 1994, 2003; Brunkhorst és Yager, 1986; Fensham, 1985, 1988, 1992; Machamer, 1998; Marx, 2001; B. Németh, 2008). A természettudományos nevelés változatossága, összetettsége tükröződik a szakirodalom talán egyik legismertebb, a természettudományos nevelés feladatainak és alapelveinek megjelölésére használt scientific literacy/science literacy (1) jelszavában. A természettudományok oktatásával szembeni modern elvárások és műveltségkonceptiók jelennek meg a rendszerszintű pedagógiai értékelés két nagyhatású nemzetközi projektjében, az IEA (2) és az OECD (3) természettudományos programjaiban. A tanulmány áttekintést ad a természettudományos műveltségként fordítható scientific literacy/science literacy fogalom értelmezéseiről, majd bemutatja a két nagy nemzetközi projekt műveltségkonceptióit.

## Műveltség, természettudományos műveltség

A műveltség tartalma, a művelt emberről való gondolkodás koronként és kultúránként változik. A műveltség szinte a legutóbbi évtizedekig egyet jelentett az írni-olvasni tudással, a klasszikus nyelvek ismeretével, a művészetekben és a zenében való jártassággal. A tradicionálisan enciklopédikus, humán tudásként való értelmezés csak fokozatosan alakult át, a természettudományi műveltség széles körű elvárása viszonylag későn, az első ipari forradalmat követően terjedt el (Csapó, 1999).

A reál műveltség különböző elemei ugyan fellelhetők valamennyi kor neveléstörténetében, a természettudományok oktatását évszázadokig, még a 19. század elején is a hagyományos klerikus és humán műveltség „jobbító”, kiegészítő eszközének tekintették. Angliában például úgy gondolták, hogy a természettudományok tanulása segíti a művészetek élvezetét és a fegyelem megtanulását (Chapman, 1994). A 19. század második felében mutatkoztak az első jelei annak, hogy a természettudományos nevelés kezd az oktatás önálló funkcióval rendelkező elemévé válni. Ekkortájt jelent meg a hivatalos oktatásügyi dokumentumokban a természettudományi tájékozottság elvárása és alsóbb társadalmi rétegekre való kiterjesztése (lásd például: Del Giorno, 1969; Layton, 1981). A mai modern társadalmakban már általános igény a természettudományos ismeretekre, tudásra alapozott gondolkodás és műveltség. Anélkül ugyanis nemcsak a természeti jelenségek, de a gazdasági változások és a társadalmi történések sem értelmezhetők.

Meg kell jegyezni, hogy a természettudományos nevelés súlyának növekedésével a 20. század közepére a fejlett társadalmakban két intellektuálisan különböző, humán és reál

műveltségű csoport, „két kultúra” alakult ki és él egymás mellett (Snow, 1959). Ma is szinte természetes, hogy a természettudományokban tájékozott, a természettudományok iránt érdeklődő emberek jártasak a művészetekben, a zenében, ismerik Dickenst, Bernsteint vagy Picassót, és esetenként több nyelvet beszélnek. Ugyanakkor általában igaz, hogy a humán műveltséggel rendelkezők jelentős része viszonylag tájékozatlan a természettudományos kérdésekben, és olyan alapvető ismeretekkel nincs tisztában, mint például a tömeg fogalma vagy a termodinamika II. főtétele, ami Snow szerint legalább olyan alapvető, mint más vonatkozásban az írni-olvasni tudás (Snow, 1959). A természettudományok oktatásának egyik feladata éppen a „természettudományi analfabétizmus” felszámolása (Hobson, 1995), a „két kultúra” közötti összhang megteremtése.

### A természettudományos műveltség (scientific literacy/science literacy) értelmezései

A magyar nyelvre természettudományos műveltségként fordítható 'scientific literacy' szókapcsolat először az amerikai szakirodalomban Hurd (1958) és McCurdy (1958)

*A tudománycentrikus irányzatok mellett fokozatosan elterjedtek az affektív alapú megközelítések és a társadalmi orientációjú, úgynevezett STS (Science Technology Society/Tudomány Technika Társadalom) nevelési programok. A természettudományos nevelés változatossága, összetettsége tükröződik a szakirodalom talán egyik legismeretesebb, a természettudományos nevelés feladatainak és alapelveinek megjelölésére használt scientific literacy/science literacy szlogenjében.*

munkáiban jelent meg (átfogó, részletes történeti leírását lásd Shamos, 1995). A 'scientific literacy' mint jelszó az 1950-es évek végétől és az 1960-as évek elejétől szerepel az iskolai természettudomány céljairól (Hurd, 1958), a nem természettudományos érdeklődésű, a nem természettudósnak készülők tanterveinek fejlesztéséről (Roberts, 2007) szóló diskurzusokban. (4) A fogalom modern értelmezése, gyakorlathoz kapcsolása és különböző tudományterületekre való kiterjesztése azonban csak jóval később következett be (Bybee, 1997a; Hurd, 1998).

A 'science literacy' jelszót az 1980-as évek végétől kezdik használni, főként az amerikai oktatók és kutatók, az AAAS (American Association for the Advancement of Science) a Projekt-61, az STS-projektek, továbbá a PISA-program anyagaiban (Roberts, 2007). A legtöbb kutató elégedett egyik vagy másik terminussal, de vannak, akik hasonló fogalomdefiníció ellenére is a megkülönböztetés mellett érvelnek. Az AAAS például azzal indokolta a jelszóváltást (5), hogy a 'scientific literacy' szókapcsolatban a műveltségen (a 'literacy'-n) van a hangsúly, függetlenül annak tartalmától. A 'science literacy' esetében ellenben a 'science' melléknévként szerepel, így az pontosabban fejezi ki a jelszó által képviselt felfogást, pontosabban jelzi, hogy a természettudományokhoz szorosan kapcsolatos műveltség alapelveiről van szó (Roberts, 2007).

A fogalomlegitimációt követően az 1970-es évek végétől, a '80-as évek elejétől számos, különféle megközelítésű, eltérő komplexitású és helyenként vitatott értelmezés született (Jenkins, 1994; Roberts, 1983). Az elmúlt évtizedekben számos tudományos tanulmány foglalkozott a scientific literacy/science literacy terminológiával, és tett kísérletet arra, hogy átfogó áttekintést adjon a koncepciókról. Ezek a próbálkozások többé-kevésbé ugyanarra a következtetésre jutottak: a természettudományos műveltségnek nincs egyértelmű és általánosan elfogadott definíciója (Bybee, 1997b; DeBoer, 2000;

Laugksch, 2000; Shamos, 1995). A szinte átláthatatlanul sokféle, sokszor csak néhány részletében különböző meghatározások, illetve az azok mögött sejtethető változó feladat- és célmeghatározások részletes ismertetésére nincs lehetőség. A tanulmány csupán néhány, a témához kapcsolódó, széles körben elfogadott, a szakirodalomban viszonylag gyakran idézett megközelítést, két áttekintő munkát és a két legjelentősebb nemzetközi összehasonlító felméréssorozatot, a TIMSS és a PISA programok természettudományos műveltségkoncepcióit (lásd a következő fejezetben) mutatja be.

Számos szerző Shen megközelítéséből indul ki, aki a tudományos műveltséget mint a legkülönbözőbb csoportok által a tömegkommunikációs eszközökön keresztül terjesztett, továbbá az iskolai és az iskolán kívüli oktatásban közvetített, a természet- és műszaki tudományokhoz, valamint az orvostudományhoz kapcsolódó tudást határozza meg (Shen, 1975). Shen három műveltségformát különböztet meg, (1) a hétköznapi problémák megoldásában használható gyakorlatias műveltséget ('practical science literacy'), (2) a természettudományok és az azokkal kapcsolatos kérdések megértését lehetővé tevő, az egyre fejlettebb technikájú társadalomban való részvételt biztosító polgári ('civic science literacy') és (3) a tudományos érdeklődést magába foglaló kulturális műveltséget ('cultural science literacy').

Míg Shen (1975) nem mond semmit a három típus viszonyáról, Shamos (1995) és Bybee (1997a; 1997b) a tudományos műveltséget hierarchikus, a természettudományos gondolkodás fejlődését megjelenítő struktúráként értelmezi. Shamos szerint a tudományos műveltség alapja a kulturális természettudományos műveltség ('cultural scientific literacy'), az a háttértudás, amely nélkül mindenféle tudományos kommunikáció elképzelhetetlen. Erre épül a természettudományos szókincs, a természettudományos nyelv különböző helyzetekben való használatához, a folyamatos társalgáshoz, íráshoz és olvasáshoz szükséges funkcionális műveltség ('functional scientific literacy'). Végül a legmagasabb szint az átfogó természettudományos tudás, a valós természettudományos műveltség ('true scientific literacy'). Az ilyen műveltségű egyén birtokolja a fő fogalmi sémákat, tisztában van az értékekkel, a tudományos problémák jelentőségével, az analitikus és deduktív gondolkodás fontosságával, és bíz az objektív tényekben. Shamos (1995) ugyan megkérdőjelezi, hogy a természettudományos műveltség ('scientific literacy') kifejezés a természettudományos nevelés átfogó irányadója, a valós természettudományos műveltség megszerzését mint a természettudományos érdeklődésűek, a természettudományos pályára készülők számára elérendő célt jelöli meg.

Bybee a műszaki és természettudományos műveltséget négy, a természettudomány és a technika egyre árnyaltabb és mélyebb megértésével folyamatosan fejlődő, hierarchikusan egymásra épülő szakaszra bontja (Bybee, 1997a). A modell szerint a kezdő, pontatlanul, rosszul értelmezett fogalmakkal, kevés jelentéssel bíró összefüggésekkel, definíciókkal, tévképzetekkel és naiv elméletekkel jellemezhető nominális műveltség ('nominal scientific literacy') a tudományos kifejezési eszközkészlet nagyobb fogalmi rendszerekhez való kapcsolódásával funkcionálissá válik ('functional scientific literacy'). Ezen a szinten a tudományos kifejezési eszközkészlet adott, behatárolt kontextusokban már helyesen és biztonságosan működik. Mikor az egyén megérti mind a részdiszciplinákat, mind a diszciplinák egészét, továbbá tisztában van a tudományterületek és az eljárások szerkezetének a tudásszerzésben és a technika fejlődésében játszott szerepével, fogalmi, procedurális műveltséggel ('conceptual and procedural scientific literacy') rendelkezik. Végül a természettudomány és a technika lényeges fogalmi rendszereinek megjelenésével, a többdimenziós struktúrák kiépülésével alakul ki a különböző tudományterületek, a tudomány, a technika és a társadalom összefüggéseit megmutató többdimenziós műveltség ('multi-dimensional scientific literacy'). Ez a legmagasabb, a természettudomány kultúrában játszott természetnek, történetének és szerepének a megértését magába foglaló szint inkább szükséges a természettudományos elit számára, mint az átlagpolgárnak.

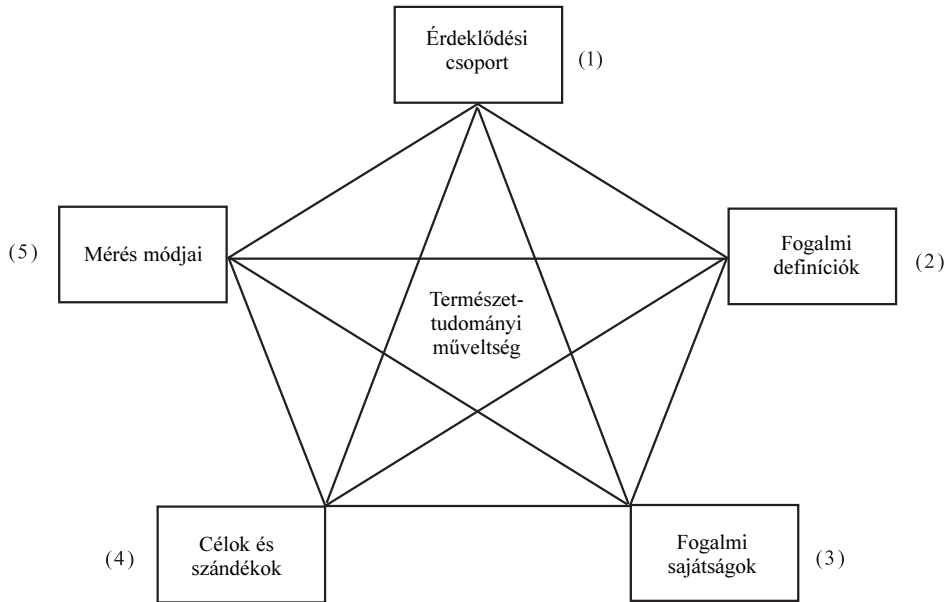
A Bybee-féle fogalmi, procedurális szintjeihez hasonló műveltség mint megvalósítandó cél fogalmazódik meg az Egyesült Államok természettudományos nevelési alapelveiben. A Nemzeti Kutatási Hivatal (National Research Council) 1996-ban megjelent *Az Egyesült Államok Nemzeti Természettudományos Nevelésének Standardjai (US National Science Education Standards*, szokásos rövidítés: *NSES*) című kiadványa szerint a természettudományos műveltség azon természettudományos fogalmak és eljárások ismerete és megértése, olyan specifikus képességek birtoklása, melyek lehetővé teszik a döntések meghozását, a polgári és a kulturális eseményekben, továbbá a gazdasági termelésben való részvételt (*National Research Council*, 1996, 22.). A természettudományos műveltség átfogja a tartalmak széles skáláját, beleértve a tudományos kutatásokat, a tudomány történetét és természetét, a tudomány és a technika személyes és társadalmi perspektíváit, továbbá az élet-, az anyag-, valamint a Föld- és a világűrtudományok témaköreit (*Ellis*, 2003, 39.).

A bemutatott koncepciók érzékeltetik, de az áttekintő munkák (például: *Laugksch*, 2000; *Roberts*, 2007) külön is jelzik, hogy az egyes megközelítések más-más, esetenként egészen különböző módon írják le a természettudományos műveltség fogalmát. A legtöbb értelmezés a 'scientific literacy/science literacy' jelszót a 'public understanding of science' (a mindenki által megértett/közérthető tudomány) szinonimájaként annak a megjelölésére használja, hogy általában mit kell tudni a természettudományokból, a természettudományokról (*Durant*, 1993). A helyenként igen változó megközelítésekben a természettudományos műveltség különböző összetevői azonosíthatók. A definíciók általában négy komponensből építkeznek, ezek (1) a tudás tartalma, (2) az intellektuális folyamatok (például: problémamegoldás), (3) a kontextusok (például: egyéni, társadalmi, történeti, kulturális, globális) és (4) az attitűdök (*Hur*, 2003).

A szakmai kommunikációt már-már akadályozó sokféle megközelítésben *Laugksch* (2000) és *Roberts* (2007) keresett szabályszerűségeket. A csaknem fél évszázad főként angolszász szakirodalma alapján készített összefoglaló munkáikban öt szempontú, de különböző elvek szerint felépülő rendszert állítottak fel.

*Laugksch* (2000) az igen változó értelmezések és felfogások permutációját öt faktor (1) a természettudományos nevelésben közreműködő csoportok irányultsága, (2) a fogalmi definíciók, (3) a természettudományos műveltség mint fogalom abszolút és relatív sajátosságai, (4) a célok és szándékok és (5) a mérés módjai különböző elemeinek, változó szempontú és felfogású kombinációjának tulajdonítja (1. ábra). Szerinte a műveltség-értélelésekben meghatározó tényező a természettudományos nevelést végzők érdeklődése, céljai és célpopulációi. *Laugksch* négy csoportot különböztet meg. Az elsőt az általános és középiskolák gyermekekkel, illetve tinédzserekkel foglalkozó tanárai alkotják, akik a természettudományos nevelés céljai, az azokból következő készségek, attitűdök és értékek tantervekben rögzítésére, továbbá a taníthatás módjainak, a kutatás nevelési célokat szolgáló eredményeinek és az értékelés formáinak összekapcsolására törekzenek. A második és harmadik csoportba az iskolán kívüli nevelést végző természettudományos érdeklődésű társadalomtudósok, közvélemény-kutatók és szociológusok tartoznak. Végül vannak a széles néprétegek és korcsoportok (gyermekek, tinédzserek, felnőttek, idősök) műveltségének fejlesztésére összpontosító, általános természettudományos kommunikációt folytató, ismeretterjesztéssel, nem formális (nem iskolai) természettudományos neveléssel foglalkozó közösségek (például a természettudományi múzeumokban, a botanikus kertekben vagy zooparkokban), írók és újságírók (*Laugksch*, 2000, 75–76.).

*Roberts* (2007) a műveltségmeghatározásokban az értelmezések súlypontjai és a fogalmi metodológia alapján állított fel szabályszerűséget. Rendszerének egyik csoportját a sokféle meghatározást megérteni és szintetizálni próbáló szakképzett tanárok diskurzusainak történeti megközelítései, egy másikat a tanulók feltételezett szükségleteire alapozó, a természettudományos műveltség típusaira és szintjeire koncentrálni értelmezések al-



1. ábra. A természettudományos műveltség fogalmi értelmezéseinek áttekintése (Laugksch, 2000. 74.)

(1) Interest groups, (2) Conceptual definition, (3) Nature of concept, (4) Purposes, i.e. benefits, (5) Ways of measuring

kotják. A harmadik kategóriába a műveltség ('literacy') szóra összpontosító, a negyedikbe pedig a természettudományokra és a természettudósokra fókuszáló meghatározások kerültek. Végül vannak azok a megközelítések, amelyek a tanulók mindennapi életében feltételezetten vagy bizonyítottan értékes természettudományos aspektusokkal rendelkező szituációkat, illetve kontextusokat helyezik középpontba.

Roberts a természettudományos műveltség meghatározásainak két pólusát a sokat idézett, az egyszerű definícióknál jóval tágabb kategóriákkal jelöli, és egyszerűen 'Látásmód I'-nek (Vision I), illetve 'Látásmód II'-nek (Vision II) nevezi. A 'Látásmód I.' a természettudományokra fókuszáló, a tradicionális iskolai természettudományokon belüli műveltséget preferáló definíciói a hagyományosan értelmezett (ortodox) természettudományok eredményei és módszerei alapján kapnak jelentést. A szituációkat hangsúlyozó 'Látásmód II' pedig a 'Látásmód I'-ből mint történeti kiindulópontból a természettudományos műveltség olyan helyzetekre való kiterjesztése, amelyek valamilyen módon kötődnek a természettudományokhoz, amelyekben valamely természettudományos elv, törvény érvényesül. A 'Látásmód II'-értelmezések azoknak a természettudományos komponensű helyzeteknek és kontextusoknak a megértését hangsúlyozzák, amelyekkel a tanulók nagy valószínűséggel találkoznak a mindennapi életben. Roberts szerint a 'Látásmód I' veszélye, hogy csak jelképesen fogadják be a szituációorientált anyagokat, a 'Látásmód II'-é pedig, hogy nem kapnak elég figyelmet a természettudományos diszciplínák (Roberts, 2007). A Roberts-féle 'Látásmód I'-nek felel meg például Shamos (1995) válasza, a 'Látásmód II'-nek pedig Bybee (1997a) fogalmi, procedurális műveltség szintje.

Aikenhead rámutat arra, hogy a természettudományos műveltség konvencionális, „mono” (általában a természettudományokra, illetve azok interdiszciplináris voltára épülő) értelmezései, a Roberts-féle 'Látásmód I és II' kategóriák mellett van egy harmadik, más diszciplínákat (társadalomtudományokat, például a szociológiát stb.) is befogadó dimenzió. Az ilyen típusú komplex értelmezést képviselik például az STS (Science Technology Society/Tudomány Technika Társadalom) projektek (Aikenhead, 1994; 2003; Brunk-

horst és Yager, 1986; B. Németh, 2008). Javasolja, hogy ezeknek a plurális műveltségkonceptióknak az elkülönítésére használják a 'Látásmód III' megnevezést (Aikenhead, 2007).

Laugksch és Roberts ugyan különböző kiindulópontokból, más-más szempontok alapján ad áttekintést a természettudományos műveltségkonceptiókról, rendszerük mégis tartalmaz közös pontokat. Például Laugksch (2000) a fogalom sajátosságai csoportjának ('nature of concept') a természettudományos műveltséget a tanulás oldaláról definiáló ('learned') alkategóriája a 'Látásmód I'-nek felel meg. Laugksch az akadémikus természettudományos műveltségnél (kultúránál) fontosabb célt, a szituációk szélesebb képét visszatükröző kompetencia ('competence') csoportja és a lehetséges funkciók ('able to function') alegysége pedig a 'Látásmód II'-vel azonosítható (Roberts, 2007).

A Roberts-féle 'Látásmódok' a természettudományos nevelés szakképzés előtti formális (például iskolai) és nem formális (például múzeumi) intézményi tanterveiben, az értékelési programokban egymást kiegészítve, változó kombinációkban vannak jelen. A gyakorlatban az egyes oktatási rendszerek, a tanárok valójában a 'Látásmód I' vagy valamely 'Látásmód I–II', esetenként a 'Látásmód I–II–III' összetétel mellett foglalnak állást (Aikenhead, 2007; Roberts, 2007). Lényegében a 'Látásmódok' sajátos specifikációi jelennek meg napjaink két legjelentősebb nemzetközi vizsgálatában, a TIMSS (6) és a PISA (7) programokban (Roberts, 2007; Tiberghien, 2007). A következő fejezet a két projekt rövid összehasonlítása után a tantervi elvárásokra épülő TIMSS és az oktatás társadalmi relevanciájának indikátorait kereső PISA természettudományos műveltségkonceptióit mutatja be.

### **Természettudományos tudás- és műveltségfelfogás a TIMSS és a PISA programokban**

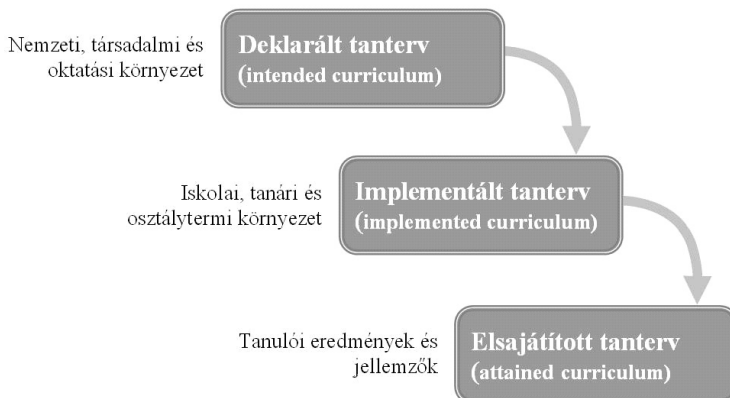
A természettudományos tudás és műveltség rendszerszintű összehasonlító pedagógiai vizsgálatát végző két legnagyobb hatású nemzetközi program, a TIMSS és a PISA számos hasonlóságot és különbséget mutat, azonos mérésmetodikai elveket követve szerveződik, de más és más módszertani megoldásokat használ. Például mindkét program ciklusos szervezésű, de a TIMSS-felmérésekre négy, a PISA-ra három évenként kerül sor. Mindkettőben a természettudomány mellett mért terület a matematika, de a PISA-ban még kiegészül az olvasáskultúrával ('reading literacy'). De míg a TIMSS-ben a matematika és természettudomány minden mérési ponton közel azonos súllyal van jelen, a PISA-ban ciklusonként más-más terület a kiemelt (8) (Olsen, 2004).

A mérőeszközök fejlesztése során mindkét programban a korábbi felmérésekben kidolgozott és bevált feleletválasztó és feleletalkotó itemekből szerkesztett papír-ceruza tesztek ekvivalenciáját a hasonló bookletek rotációjával valósítják meg. A PISA azonban műveltségi területenként elkülönülő, a TIMSS pedig 50-50 matematikai és természettudományos feladatelemből álló tesztekkel mér. A TIMSS a mindennapi iskolai gyakorlatban megszokotthoz hasonló, rövid, tömör, a megoldáshoz alapvetően szükséges információkat tartalmazó itemekből összeállított hagyományos feladatlapokat használ. A PISA ellenben egységekre tagolt mérőeszközöket alkalmaz, amelyekben minden klaszter egy-egy témát megjelenítő szöveggel indul, és az itemek a leírt jelenségek, a felvetett problémák köré szerveződnek (Olsen, 2004).

A TIMSS és a PISA egyaránt az össz- és a részeredményeket, a tanulók átlagos teljesítményét (nemzetközi átlagot) 500 pontos átlagra és 100 pontos szórásra konvertálva és teljesítményszintekre bontva dokumentálja. De míg a TIMSS négy teljesítményszintet különböztet meg: lap (basic), közbülső (intermediate), felső (high) és haladó (advanced), a PISA 2006-os természettudományos vizsgálata hatot, a hetedik szint alatti átlagok az előmenetelhez szükségesnél gyengébb teljesítményeket jelölnek (OECD-PISA, 2006b; Olsen, 2004).

Mindkét projektben meghatározó szerepet játszanak az összehasonlító elemzések, a szociokulturális háttér és hatásainak, továbbá a tanulók, a nemek, az iskolák, az osztályok, az oktatási rendszerek közötti különbségek és azok okainak feltárása. Mindezek mellett a TIMSS (és általában az IEA-társaság felméréseinek) fontos eleme a korosztályok (4., 8. és esetenként a középiskolákban végzős, utolsó évfolyamos tanulók) teljesítményének összehasonlítása. A PISA ellenben egyetlen populációra, a minden részt vevő országban még az iskolarendszerben levő 15 évesekre koncentrál (Olsen, 2004, 2005).

Az itt felsorolt, az eredmények összehasonlíthatóságát önmagukban is kizáró különbségek a két projekt lényegét jelentő célokból, az oktatási rendszerek hatékonyságának eltérő szempontú vizsgálatából, a mért természettudományos tudás és műveltség különböző aspektusaiból adódnak. Mind a TIMSS, mind a PISA a fiatalokkal szemben támasztott igények megvalósulásának hatékonyságát vizsgálja, de különböző megfontolásból, kiindulópontból és más-más módon építve fel a munkatervét. A TIMSS elméleti háttérének kidolgozása a részt vevő országok hivatalos, a társadalmi követelményeket indirekt módon közvetítő tanterveinek elemzésére épül. A mérések keretrendszerei a deklarált nemzeti tantervek közös elemei (témái, elvárásai) alapján alakulnak ki. Így az eredmények azt mutatják meg, hogy mi valósul meg a hivatalos elvárásokból, milyen az elsajátított tanterv színvonala (2. ábra), vagyis azt, hogy milyen valójában az „iskolai tudomány” (Olsen, Lie és Turmo, 2001). Ezzel szemben a PISA mérési koncepcióját a szakértő csoportok (Functional Expert Group) alakítják ki, a 'literacy' koncepciót alkalmazva az adott műveltségi területre. A PISA arról szolgáltat információt, hogy az oktatás mennyiben elégíti ki a szakértők által direkt módon leírt gazdasági, társadalmi elvárásokat, konkrétan pedig arról, hogy a 15 éves fiatalok mennyiben rendelkeznek a munkavállalás szempontjából fontos, meghatározó jelentőségű tudással, kompetenciákkal. A PISA vizsgálat kiindulópontja tehát a normatív, inkluzív (beleértett) valóság, és mint ilyen, egy előzetesen definiált természettudományos műveltségfogalomból kiindulva szerveződik (Olsen, Lie és Turmo, 2001). A TIMSS ellenben a leíró valóságra ('descriptive rationale') építkezik (Olsen, Lie és Turmo, 2001), ezért nincs és nem is lehet a PISA-éhoz hasonló direkt formában megfogalmazott tudás- és műveltségkoncepciója. A TIMSS-programok által képviselt tudásfelfogás csupán az elméleti háttéranyagok és a közzétett feladatok alapján azonosítható.



2. ábra. A TIMSS vizsgálatok curriculum-modellje (Mulis és mtsai, 2005, 5.)

## A TIMSS projektekben mért természettudományos tudás

A kilencvenes évek közepe óta lebonyolított TIMSS-projektek a tagállamok hivatalos tantervei és a fontos témaköröket tartalmazó kézikönyvei alapján készült értékelési keretrendszerek és az azokban meghatározott tartalmi és teljesítési elvárások, kognitív dimenziók köré szerveződnek.

A tevékenységünk és gondolkodásunk tárgyát képező alapvető természettudományos tényeket, fogalmakat, elveket és törvényeket magába foglaló tartalmi dimenzió, annak fő- és alegységei, illetve azok aránya a TIMSS-vizsgálatokban az évek során alig változott (1. és 2. táblázat). Valamennyi eddigi TIMSS fő tematikus egysége négy diszciplína – a biológia/élettudomány, a földtudomány és a két anyagtudomány: a kémia, illetve a fizika –, az alkategóriákat (lásd például 2. táblázat) pedig a „világtantervben” (Báthory, 2003, 6.) szereplő ismeretek alkotják. Mint az az 1. és 2. táblázatból kiderül, a TIMSS vizsgálatok természettudományos résztesztjei műveltségterületekre bontott, diszciplínához kötött tudásra fókuszálnak.

1. táblázat. A mért dimenziók megoszlása az első két TIMSS vizsgálat 8. évfolyamos természettudományos résztesztjeiben (Beaton és mtsai. 1996; Martin és mtsai. 2000).

Dimenzió	Kategóriák		Arányok	
			1995	1999
Tartalmi (Content)	Élettudomány (Life science)		30%	27%
	Földtudomány (Earth science)		16%	15%
	Anyagtudományok (Physical science)	Kémia (Chemistry)	14%	14%
		Fizika (Physics)	30%	27%
	Környezeti források és a tudomány természete Environmental issues and the nature of science		10%	—
	Környezeti és természeti források (Environmental and resource issues) <sup>99</sup>		—	9%
	A tudományos vizsgálat és a tudomány természete (Scientific inquiry and the nature of science)		—	8%
Teljesítési elvárás (Performance expectations)	Egyszerű információk megértése (Understanding simple information)		40%	39%
	Összetett információk megértése (Understanding complex information)		29%	31%
	Elméletalkotás, elemzés és problémamegoldás (Theorizing, analyzing, solving problems)		21%	19%
	Használt eszközök, rutin eljárások és tudományos folyamatok (Using tools, routine procedures, and science processes)		6%	7%
	A természeti világ iránti érdeklődés (Investigating the natural world)		4%	4%

A 1. és 2. táblázatból az is kitűnik, hogy a TIMSS-projektekben mért tudás/műveltség lényege a hagyományosan értelmezett tudományterületek ismereteinek Bloom-taxonómiára (Bloom, 1956) emlékeztető művelési szintekhez kapcsolt birtoklása és alkalmazása. A tudás kritériumai között valamennyi vizsgálatban – már a FISS-ben (9) is (Báthory, 1979, 153.) – jelen van a tudás új szituációkban való használatának elvárása, amely, mint a közzétett feladatok mutatják, elsősorban a tanulók előtt ismeretlen tudományos kontextust jelent (www.timss.bc.edu).



2. táblázat. A mért dimenziók és arányaik a két utóbbi TIMSS-vizsgálat 8. évfolyamos természettudományos résztesztjeiben

TIMSS 2003 (Mullis és mtsai, 2001, 37–70. o.)	TIMSS 2007 (Mullis és mtsai, 2005, 41–77. o.)
Tartalmi dimenzió	
Élettudomány / 30% A sejt és funkciói – az élőlények sajátosságai, besorolása, felépítése, funkciói és életfolyamatai, fejlődése és életciklusai, szaporodása és származása – változatosság, alkalmazkodás és természetes szelekció – ökoszisztémák – az ember egészsége	Biológia / 35% A sejtek és azok funkciói – az élőlények jellemzői, besorolása, életfolyamatai – életfolyamatok, szaporodás, öröklődés – diverzitás, adaptáció, természetes szelekció – ökoszisztémák – az ember egészsége
Kémia / 15% Az anyag tulajdonságai és összetétele – az anyag részecske szerkezete – a víz tulajdonságai és alkalmazása – savak és bázisok – kémiai változások	Kémia / 20% Az anyag tulajdonságai – az anyagok osztályozása és összetétele – kémiai változások
Fizika / 15% Az anyag fizikai állapota és változása – az energia típusai, forrása és átalakulása – hő és hőmérséklet – fény – hang és rezgések – elektromosság és mágnesesség – erő és helyváltoztatás	Fizika / 25% Fizikai állapot és változása – energiaátalakulások, hő és hőmérséklet – fény – hang – elektromosság és mágnesesség – erő és helyváltoztatás
Földtudomány / 25% A Föld szerkezete és fizikai tulajdonságai (litoszféra, hidroszféra, atmoszféra) – a Föld folyamatai, ciklusai és története – a Föld helye a naprendszerben és az univerzumban	Földtudomány / 20% A Föld szerkezete és fizikai tulajdonságai – a Föld folyamatai, ciklusai és története – a Föld forrásai, azok használata és megőrzése – a Föld helye a naprendszerben és az univerzumban
Környezettudomány / 15% A populációk változásai – a természetes környezet megőrzése – a környezet változásai	
Kognitív dimenzió	
Ténytudás (Factual knowledge) / 30% Releváns természettudományos tények, információk, összefüggések, eszközök, eljárások ismerete, használata – a természettudományos tényekkel és fogalmakkal kapcsolatos állítások felidézése, felismerése és használata.	Ténytudás (Knowing) / 30% Tények, összefüggések, folyamatok, fogalmak, definíciók, szimbólumok, rövidítések, mértékegységek, skálák, struktúrák, funkciók, összefüggések, eljárások, mérési módszerek ismerete, példák megadása.
Fogalmi megértés (Conceptual Understanding) / 35% A fizikai világot magyarázó összefüggések megértésének, valamint a megfigyelt összetettebb és általános fogalmak összekapcsolása megfigyelt vagy kikövetkeztetett tulajdonságokkal és viselkedéssel – példák megadása – diagramok és modellek használata, a fogalmak direkt alkalmazását igénylő problémák megoldása – magyarázatok megfogalmazása.	Alkalmazás (Applying) / 35% Az élőlények, anyagok, folyamatok, eljárások osztályozása, összehasonlítása, hasonlóságok és különbségek leírása – diagramok, modellek használata, különböző információk értelmezése – fogalmak, összefüggések, egyenletek, formulák direkt használata, bizonyítása, megfigyelések, természeti jelenségek magyarázata.
Érvelés és elemzés (Reasoning and Analysis) / 35% Problémamegoldás, természettudományos folyamatok értelmezése a természettudománnyal kapcsolatos komplexebb feladatokban – adatok és problémák analízisa és értelmezése, a matematika és a természettudomány tényeinek és összefüggő fogalmainak integrálása és szintézise – hipotézis és becslések megfogalmazása – megfigyelések, vizsgálatok tervezése – következtetések megfogalmazása, általánosítás, értékelés – magyarázatok és megoldások igazolása.	Érvelés (Reasoning) / 35% Problémák elemzése és megoldása – matematikai fogalmak, eljárások használata a természettudományos problémák megoldásában – vizsgálatok tervezése, adatok rögzítése, összegzése, következtetések megfogalmazása, alkalmazása új szituációkban – alternatív megoldások előnyeinek és hátrányainak felmérése, a természettudományos és társadalmi faktorok vizsgálata – alternatív magyarázatok, problémamegoldási stratégiák és megoldások értékelése.

A neveléstudomány fejlődése, a tudásról és a tanulásról való gondolkodás változása leginkább a TIMSS művelési kategóriáira nyomta rá a bélyegét, amelyeket az 1995-ös és 1999-es munkatervek teljesítési elvárás (1. táblázat), az ezredforduló utáni értékelési keretrendszerek pedig kognitív dimenzióként jelölnek (2. táblázat). A 2003-as és 2007-es felmérések, megőrizve az IEA-vizsgálatokban hagyományos, „konzervatív felépítésű” tartalmi dimenziót, a kognitív szemlélet terjedését tükröző változást mutatnak. Egyrészt a kategóriák számának csökkenése mellett szembeszökő az arányok változása. Az ismeret-szintű tudást (egyszerű és összetett információk megértését, illetve ténytudást) mérő ite-

*A PISA a társadalmi beilleszkedéshez szükséges, a szakértői által legitimált tudást, készségeket és képességeket vizsgálja. Nem vitatja, hogy a szükséges kompetenciák egyik legjelentősebb forrása az iskola, és a tesztfeladatok egy része lefedi a részt vevő országok természettudományos kurzusainak témakörét, az elméleti háttér kidolgozásában azonban nem szempont sem az előírt, sem a tanított tananyag (Olsen, Lie és Turmo, 2001). A PISA-program a természettudományos ismeretek, elvek, azok életszerű szituációkban való alkalmazásának, illetve az alkalmazáshoz szükséges gondolkodási műveletek szervezett rendszere, a tudományos fogalmak, törvények, elméletek megértésének és használatának, a természeti világgal kapcsolatos döntéshozás és a szükséges változtatások felismerésének képességét vizsgálja.*

mek száma több, mint felére, 69-70 százalékról 30 százalékra csökkent. Másrészt a művelési szintek részleteikben ártérelmeződtek. A 2003-as és 2007-es TIMSS más-más megnevezésű, de nagyon hasonló tevékenységeket jelölő három művelési csoportjában olyan új, az első két PISA-éhoz hasonló kritériumok is megfogalmazódtak, mint például következtetések levonása, általánosítás, a magyarázatok igazolása, megoldások verifikálása és értékelése, példák megadása (2. és 3. táblázat).

Szintén a tudásról alkotott felfogás átalakulását tükrözik e két felmérés tudományos vizsgálódásra (Scientific Inquiry) vonatkozó elvárásai. Eszerint fontos, hogy a tanulóknak legyen némi ismeretük a természettudományokról és a természettudományos vizsgálatok természetéről, képesek legyenek a tudományos eredmények kommunikálására, tisztában legyenek azzal a ténnyel, hogy a tudományos ismeretek tudományos módszerekkel igazoltak és változnak, valamint ismerjék a természettudomány, a matematika és a technika kölcsönhatásait. Szükséges továbbá, hogy a tanulók rendelkezzenek olyan, a természettudományos vizsgálatokban fontos készségekkel és képességekkel, amelyek lehetővé teszik hipotézisek felállítását, vizsgálatok tervezését, adatok bemutatását, elemzését és értelmezését, valamint következtetések megfogalmazását és magyarázatok kidolgozását (Mullis és mtsai. 2001, 69.; Mullis és mtsai. 2005, 76.). Ezek az elvárások egészen közel állnak a PISA kompetenciaértelmezéséhez, a 2003-as és 2007-es TIMSS-ben azonban csekély dimenzió a tudományos vizsgálódás (Olsen, 2005, 26.).

Összegezve, a TIMSS-projektek a deklarált követelményekből levezett nemzetközi curriculumpanel alapján szerkesztett természettudományos résztesztjei a természettudományos tantárgy(ak)hoz kapcsolódó ismereteket, tudásstruktúrákat stb. és kognitív mechanizmusokat, képességeket vizsgálnak. A feladatok, az itemek tartalmi és művelési (teljesítési elvárás, illetve kognitív) dimenziói karakterisztikus, diszciplinákhoz, szakértői tudáshoz közelálló szemléletet tükröznek. A tudás kritériumai között minden felmérésben meg-

foglalmazódik a tanultak új helyzetekben történő használata. Ha az előző fejezetben bemutatott műveltségkoncepciókat vesszük alapul, a TIMSS-felmérések elméleti keretrendszeréből körvonalazódó műveltségrészben Shamos (1995) valós ('true scientific literacy'), Laugksch (2000) tanulásból kiinduló úgynevezett 'learned' kategóriájára, illetve a Roberts-féle 'Látásmód I' (Roberts, 2007) különféle adaptációira emlékeztet. Az ezredforduló utáni TIMSS-vizsgálatokban pedig Bybee (1997a) fogalmi, procedurális és Roberts 'Látásmód II' műveltségcsoportjában jelen levő elemek is felfedezhetők.

A természettudományos műveltség mint a tudás kritériumait definiáló fogalom azonban direkt formában egyedül csak a végzős középiskolások (3. populáció) 1995-ös értékelési munkatervében fordul elő. A szakértők a természettudományos műveltséget a tudományok olyan szintű megértésében határozták meg, amely képessé teszi a tanulót arra, hogy ismeretei segítségével megoldja a feladatait (Hsingchi és Schmidt, 2001). Az 1995-ös TIMSS a tanultak mindennapi helyzetekben való használhatóságát három komponensre bontja, (1) a különböző diszciplínák (10) általános alapismereteire, (2) a matematikai, a természet- és műszaki tudományok területén való érvelésre (reasoning), valamint (3) a természettudomány és a technika társadalmi hatásaira, a matematika, természettudomány és a technika társadalmi hasznosságára (social utility). Ez utóbbi faktorrall azt vizsgálták, hogy a tanulók mennyiben vannak tisztában a természet, a technika és a társadalom viszonyával, a környezeti, társadalmi és gazdasági rendszerek összefüggéseivel (Orpwood és Garden, 1998, 10–11.). Az 1995-ös TIMSS műveltségprojektjében tehát a különböző tudományterületekre fókuszáló tudáselemek mellett felfedezhetők a PISA-programoknak is elméleti háttérrel szolgáltató, a modern természettudományos nevelés komplex STS (Science Technology Society/Tudomány Technika Társadalom) programjai által képviselt tudásfelfogás elemei. Az első PISA programot mintegy fél évtizeddel megelőző TIMSS-felmérésben azonban az RSU (Reasoning and Social Utility/Érvelés és Társadalmi Hasznosság) igen csekély dimenzió. Részen, mert a teszt összehasonlításának (76) mindössze 15,8 százaléka (12 item) RSU (Adams és Gonzalez, 1996). Másrészt, mivel a TIMSS fő profilja a tantervi célok megvalósulásának vizsgálata, és akkoriban az STS csak igen kevés állam tantervében szerepelt; annak ellenére, hogy a feladatlap fejlesztése a nemzeti tantervektől függetlenül történt, csak kevés ország vállalta a műveltségprojektben való részvételt (Orpwood, 2001).

### A PISA-program természettudományos műveltségkoncepciója

A PISA a társadalmi beilleszkedéshez szükséges, a szakértői által legitimált tudást, készségeket és képességeket vizsgálja. Nem vitatja, hogy a szükséges kompetenciák egyik legjelentősebb forrása az iskola, és a tesztfeladatok egy része lefedi a részt vevő országok természettudományos kurzusainak témaköreit, az elméleti háttér kidolgozásában azonban nem szempont sem az előírt, sem a tanított tananyag (Olsen, Lie és Turmo, 2001). A PISA-program a természettudományos ismeretek, elvek, azok életszerű szituációkban való alkalmazásának, illetve az alkalmazáshoz szükséges gondolkodási műveletek szervezett rendszere, a tudományos fogalmak, törvények, elméletek megértésének és használatának, a természeti világgal kapcsolatos döntéshozás és a szükséges változtatások felismerésének képességét vizsgálja (OECD-PISA, 1999). Definíció szerint a természettudományos műveltség a sikeres életvezetéshez, a hétköznapi problémáinak megértéséhez, eredményes kezeléséhez elengedhetetlen eszköztudást, „általános tájékozottságot, biztonságos eligazodást, áttekintést, a nagy összefüggések átlátását, alkalmazható tudást jelent” (OECD, 2000, 9.; idézi Csapó, 2002, 19.).

2006-ra, mikor a PISA fő területe a természettudományos műveltség volt, a Természettudományi Szakértői Csoport (Science Expert Group) a Természettudományi Forum (Science Forum) javaslatára továbbfejlesztette a fogalmat, és a következőképpen határozta meg:

A természettudományos műveltség:

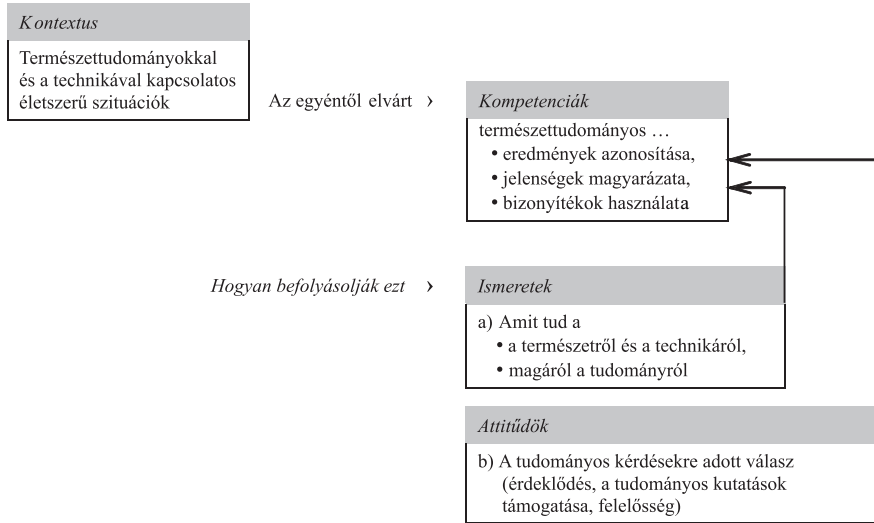
- a természettudományos ismeretek alkalmazása kérdések azonosítására, új tudás megszerzésére, a természettudományos jelenségek magyarázatára és a bizonyítékokra alapozott következtetések megfogalmazására,
- a természettudomány jellemző sajátosságainak mint az emberi tudás és kutatás egy formájának megértése,
- annak ismerete, hogyan alakítja a természettudomány és a technika az anyagi, szellemi és kulturális környezetet,
- hajlandóság a természettudományokhoz kapcsolódó kérdésekkel, természettudományos eleméletekkel való foglalkozásra (*OECD-PISA*, 2006a, 23.).

A 2006-os definíció összhangban van a korábbi meghatározásokkal, a mért összetevők azonban változtak. A PISA-2006 a két korábbi vizsgálat dimenzióit (3. táblázat), azok alapértelmezéseit más-más név alatt megtartva részleteiben módosította és kibővítette a természettudományi, valamint technikai kérdésekhez kapcsolódó attitűdökkel ('attitudes') (3. ábra). Az attitűdöket a 2006-os PISA mint természettudományos érdeklődést, a természettudományos kutatás támogatását, továbbá mint a felelős tetteket, a természet és annak kutatása iránti motivációt értelmezte (részletesen lásd *OECD-PISA*, 2006a, 35–36.)

3. táblázat. A PISA 2000 és 2003 természettudományos műveltségtesztjeinek dimenziói (*OECD-PISA*, 2002, 102–105.; 2003, 135–140.)

<i>Természettudományos ismeretek vagy fogalmak</i>	<i>Természettudományos eljárások</i>	<i>Szituációk vagy kontextusok</i>	
Az anyagok szerkezete és tulajdonságai A légkör változásai Kémiai és fizikai változások Energia-transzformációk Erők és mozgás Forma és funkció Humánbiológia Fiziológiai változások Biodiverzitás Genetikai szabályozás Ökoszisztémák Bolygónk és helyünk az univerzumban Geológiai változások	PISA-2000: Természettudományos kérdések felismerése, kutatások bizonyítékainak azonosítása, következtetések megfogalmazása, értékelése, érvényes következtetések kommunikálása, fogalmak megértésének demonstrálása.  PISA-2003: Természettudományos jelenségek leírása, magyarázata, előrejelzése, a kutatások megértése, fogalmak, következtetések interpretálása.	Élet és egészség	Személyes Társadalmi Globális Történeti
		Föld és a környezet	Személyes Társadalmi Globális Történeti
		Technika	Személyes Társadalmi Globális Történeti

A 2006-os PISA értékelési keretrendszerének definíciója szerint az ismeret, amely a TIMSS-felmérések tartalmi és az első két PISA természettudományos ismeretek vagy fogalmak dimenziójának feleltethető meg, „...a természet megértése a természetről és magáról a természettudományokról szóló ismeretek alapján.” (*OECD-PISA*, 2006a, 25.). Olyan, főleg integráló fogalmakat foglal magába, amelyek segítenek megmagyarázni környezetünk bizonyos jellemzőit. Az első két vizsgálat korlátozott keretei nem tették lehetővé az átfogó tartalmi lefedést, ezért a szakértők néhány, a 3. táblázatban olvasható téma mellett döntöttek. 2006-ban az ismeretek dimenzió szisztematikusan felépített rendszert alkot (4. táblázat). A tesztitemek 3:2 arányban oszlanak meg két nagy kategória, a természetre és magára a természettudományra vonatkozó ismeretek között (részletesen lásd: *OECD-PISA*, 2006a, 31–34.).



3. ábra. A PISA 2006 vizsgálatban mért természettudományos műveltség alapkomponeisei (OECD-PISA, 2006b, 35.).

4. táblázat. A PISA 2006 természettudományos műveltségtesztjeinek dimenziói (OECD, 2006a)

Ismeret		Kompetenciák	Kontextusok		
Természettudományi ismeretek	Fizikai rendszerek, Élő rendszerek, Föld és világűr rendszerek, Technológiai rendszerek	Természettudományos kérdések azonosítása, jelenségek magyarázata, bizonyítékok használata,	Egészség	Személyes Társadalmi Globális	
			Természeti kincsek	Személyes Társadalmi Globális	
A természettudomány jellemzőinek ismerete	Természettudományos kutatások, magyarázatok		Természet	Személyes Társadalmi Globális	
			Veszélyek	Személyes Társadalmi Globális	
			A természettudomány és a technológia határai	Személyes Társadalmi Globális	

A mért tudás paraméterei között a pedagógiai értékelés történetében először a PISA-ban jelenik meg a kontextus, a tudás alkalmazásának körülményeit leíró, „...a természettudományhoz és a technikához kapcsolható élethelyzetek” (OECD-PISA, 2006a, 25.), szituációk differenciált rendszere (részletesen lásd: OECD-PISA, 2006a, 26–28.). A szituációk kiválasztásakor elsősorban azt tartották szem előtt, hogy a feladatokban megjelenő élethelyzetek valamennyi részt vevő ország tanulóinak számára ismerősek, érdekesek és fontosak legyenek. Mindhárom PISA-vizsgálat a kiválasztott tudáselemeket a két szempontból jellemzett feladatkörnyezetbe helyezi (3. és 4. táblázat). Az egyik aspektust a természettudományok és a technika égető problémáihoz, az egészséghez, a természethez, a természeti kincsekhez, a felfedezések és a különböző technikai vívmányok veszé-

lyeihez kapcsolódó helyzetek adják. A másik keretet pedig a társadalmi létből adódó személyes (egyéni, családi, kortárs) és társadalmi (közösségi) kapcsolatokat, illetve az emberiség egészét érintő globális problémákat megjelenítő szituációk alkotják. (11)

Az ítemek kontextusát a tesztek klasztereinek elején elhelyezett szövegek adják. A feladatok megoldása természettudományos kompetenciák segítségével lehetséges, melyeket az ismeretek és az attitűdök befolyásolnak. A válaszok így képet adnak a tanuló természettudományos tudásáról és tükrözik a természettudomány, illetve a technika eredményeihez való viszonyát (3. ábra; OECD-PISA, 2006b).

Röviden összefoglalva, a PISA-programban a műveltség „nem a társadalmi elit privilégiuma, nem is valami »ünnepi«, hanem a mindenki számára szükséges „hétköznapi” tudás (Csapó, 2008. 18.). A 2006-os természettudományos műveltségdefiníció, megőrizve a korábbi meghatározások alapjait, részleteikben finomította és kiegészítette azokat. Mindhárom PISA-felmérés természettudományos műveltség fogalma magába foglalja a megértett természettudományos ismeretek alkalmazását, a tájékozottságon alapuló döntéseket. 2006-ban a vizsgálat középpontjában a természettudományos kompetenciák álltak, és nagyobb hangsúlyt kapott a természet, a tudományos módszerek, a természettudományra alapozott technika szerepének megértése. Az első fejezetben bemutatott koncepciókhoz hasonlítva a PISA természettudományos műveltségfogalmának egyes elemei emlékeztetnek Bybee (1997a) fogalmi, procedurális műveltség szintjére, a meghatározás a 'Látásmód I, II és III' egy sajátos specifikációja (Tiberghein, 2007).

### Összegzés

A természettudományos műveltségként fordítható 'scientific literacy/science literacy' a természettudományok oktatásának aktuális alapvető céljait, elveit és feladatait kifejező fogalom, melynek központi problémája Bybee szavaival (1997a, 46.) „sziszifuszi kérdése”, hogy mi értékes, hogy mit kell tudni, illetve mit kell tudni tenni a természet- és műszaki tudományokban művelt polgárnak. A 'scientific literacy' jelszó szakmai köztudatba való berobbanását és elterjedését Hurd 1958-ban megjelent „Science Literacy: Its Meaning for American Schools” című munkájának tulajdonítják (DeBoer, 1991; Roberts, 1983). A 'science literacy' szókapcsolatot pedig az 1980-as évek végétől kezdték használni.

Az elmúlt negyven évben számtalan, helyenként igen különböző meghatározás született, melyek között általában nincs sem jelentésbeli, sem szerkezeti konszenzus. Roberts (2007) szerint csupán egyetlen közös pont van: mindegyik megegyezik abban, hogy valamilyen természettudományos tudás nélkül nincs műveltség. Leggyakoribb az a megközelítés, miszerint a természettudományos műveltségű ember ismeri a releváns tényeket, fogalmakat, eljárásokat, továbbá jártas a gondolkodás és a megértés tudományos módjaiban. A természettudományos műveltséget sokszor azonosítják egyéni intellektuális képességekkel vagy teljesítményekkel, gyakran tekintik a társadalmilag felelős és kompetens polgár sajátosságának (Bybee, 1997a; Hurd, 1998), továbbá a sokkal általánosabb kulturális műveltség ('cultural literacy') elemének (Trefil, 1996). A meghatározások jelentős része a természettudományos műveltség alatt a természettudományok jellemzőinek, céljainak, korlátainak felismerését és legfontosabb fogalmainak megértését érti (Jenkins, 1994), és néhány kivételtől eltekintve kitér a tanulók számára fontos értékekre is (Roberts, 2007).

A fogalomdefinícióknak két jól elkülönülő pólusa van. Az egyiket a diszciplináris szerepfelfogást tükröző, Roberts (2007) által 'Látásmód I'-nek nevezett értelmezések adják, a másikat pedig a célcsoportok mindennapi életében szerepet játszó szituációk kezelését, hétköznapi feladatainak megoldását biztosító tudást hangsúlyozó, Roberts-féle 'Látásmód II' (2007) koncepciók képezik. Az utóbbi években megjelent egy, a természettudományos nevelés modern STS irányvonalához kapcsolódó, a természet-, a műszaki és a társadalomtudományokat integráló harmadik 'Látásmód' is (Aikenhead, 2007). A termé-

szettudományokat tanító tanárok, az egyes oktatási rendszerek hivatalos tanügyi dokumentumainak többsége a természettudományos műveltség első kettő, illetve mindhárom karakteresen elkülönülő felfogásának egyedi kombinációja.

A természettudományos tudás/műveltség sajátos értelmezései a TIMSS és a PISA tudáskonceptiói. A két projekt a tudás/műveltség különböző aspektusait vizsgálja. Eltérő a feladatok tartalmi elemeinek kiválasztása és a megoldandó feladatok kontextusa (a szituáció mint paraméter a TIMSS-ben nem jelenik meg), a TIMSS-ben inkább a tudományos, a PISA-ban pedig a valós helyzetek dominálnak. Míg a TIMSS-felmérésekben a hivatalos tanterveken keresztül közvetített, a PISA-programokban a szakértők által feltérképezett társadalmi követelmények manifesztálódnak. A TIMSS a deklarált curriculumok közös elemeit magába foglaló, a természettudományok ortodox értelmezését tükröző, a szaktudományos, szakértői tudáshoz közelebb álló tudáskonceptiójával szemben a PISA vizsgálatainak tárgya az oktatástól független, az egyén fejlődését, beilleszkedését, munkaerőpiaci boldogulását segítő tudásként leírt műveltség, 'literacy'. Mind a TIMSS-, mind a PISA-programokban elvárás a tanultak új, életszerű helyzetekben történő használata. A TIMSS-vizsgálatokban azonban az akadémikus, diszciplínához kötött szemlélet miatt ez tudományos, a PISA-ban ellenben valós, életszerű kontextust jelent. Leegyszerűsítve és röviden fogalmazva a TIMSS azt keresi, hogy mit tudnak a tanulók, a PISA pedig azt, hogy mit tudnak csinálni a tudásukkal.

Napjaink e két legjelentősebb, legnagyobb hatású nemzetközi vizsgálat-sorozatának különbségei alapvetőek, olyannyira, hogy az eredmények nem összehasonlíthatók. Az tehát, hogy Magyarország a TIMSS-felmérésekben az országok rangsorának első felében végzett, nem csökkenti a PISA-ban nyújtott, nemzetközi viszonylatban átlagos teljesítmény nyomán felmerült, a természettudományos oktatásunk érvényességét érintő kérdések, problémák súlyát. Az eredmények első megközelítésben csupán annyit mutatnak, hogy a magyar tanulók tudása nemzetközi összehasonlításban viszonylag jó azokon a tudásterületeken, abban a tudástípusban, amit a TIMSS mér, a PISA követelményeinek ellenben már kevésbé felel meg.

A TIMSS és a PISA perspektívái meglehetősen különböznek, nem jók vagy rosszak, az iskolai természettudományos oktatás szempontjából egyaránt fontosak. Éppen a különbségnek köszönhető, hogy a két vizsgálat tapasztalatai kölcsönösen kiegészítik egymást a természettudományok oktatásának jellemzésében.

### Jegyzet

- (1) Kevésbé népszerű, ritkábban használt, hasonló jelentéssel és funkcióval rendelkező formája a 'scientific culture' (lásd például Solomon, 1998), illetve a francia nyelvterületeken (például. KCanadában) a 'la culture scientifique' (Durant, 1994).
- (2) IEA: International Association for the Evaluation of Education Achievement.
- (3) OECD: Organization for Economic Co-operation and Development.
- (4) A 'scientific literacy' jelszó a kezdetektől fogva kapcsolódik a mindenki számára releváns természettudományos tudás közvetítését, az alapképzés (nem szakképzés) és a szaktudományos orientációjú oktatás megkülönböztetését szorgalmazó curriculumirányzathoz, a 'természettudomány mindenkinek' ('science for all') jelszót zászlajára tűző mozgalomhoz (Roberts, 2007).
- (5) 1990-ig az AAAS (American Association for the Advancement of Science) is a 'scientific literacy' jelszót használta (AAAS, 1983; 1989; 1990).
- (6) A tanulmányban a TIMSS betűszó önmagában az 1995 és 2007 között lebonyolított négy közös matematikai és természettudományos vizsgálatot jelöli (www.timss.bc.edu). Ezek: 1995-ben a TIMSS

- (Third International Mathematics and Science Study); 1999-ben a TIMSS-R (Third International Mathematics and Science Study Repeat); 2003-ban a TIMSS (Trend International Mathematics and Science Study); 2007-ben a TIMSS (Trend in International Mathematics and Science Study).
- (7) PISA: Program for International Student Assessment.
- (8) A PISA-vizsgálat középpontjában 2000-ben az olvasáskultúra, 2003-ban a matematikai, 2006-ban pedig a természettudományos műveltség állt.
- (9) FISS: First International Science Study (Első Nemzetközi Természettudományos Vizsgálat) (1972/73).
- (10) Földtudomány (Earth science), a humánbiológia (Human biology), különféle élettudományok (Other life science), energia (Energy) és egyéb anyagtudományok (Other physical science).
- (11) A 2000-es és 2003-es vizsgálatban a tudomány- és a technikatörténeti vonatkozású kérdések is szerepeltek.

## Irodalom

- Adams, R. J. – Gonzalez, E. J. (1996): The TIMSS Test Design. In: Martin, M. O. és Kelly, D. L. (szerk.): *Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) Technical Report, Volume I: Design and Development*. Boston College, Chestnut Hill.
- Aikenhead, G. S. (1994): What is STS teaching? In: Solomon, J. – Aikenhead, G. S. (szerk.): *STS education: International perspectives on reform*. Teachers College Press, New York. 47–59. <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/>
- Aikenhead, G. S. (2003): STS Education: A Rose by Any Other Name. In Cross, T. (szerk.): *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham*. Routledge Press, London. 59–75. <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/>
- Aikenhead, G. S. (2007): *Expanding the Research Agenda for Scientific Literacy*. Paper presented to the „Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction”. Uppsala University, Uppsala. 28–29 May 2007. <http://www-conference.slu.se/lslsymposium/speakers/AikemheadPO.pdf>
- American Association for the Advancement of Science (1983): *Scientific literacy*. Author, Cambridge.
- American Association for the Advancement of Science (1989): *Science for All Americans: A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics, and Technology*. Author, Washington.
- American Association for the Advancement of Science (1990): *Science for all Americans*. Oxford University Press, New York.
- B. Németh Mária (2008): Irányzatok a természettudományos nevelésben. *Iskolakultúra*, 3–4. 17–30.
- Báthory Zoltán (1979): A természettudományok tanításának eredményei. In: Kiss Árpád, Nagy Sándor és Szarka József (szerk.): *Tanulmányok a neveléstudomány köréből 1975–1976*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 153–275.
- Báthory Zoltán (2003): Rendszerszintű pedagógiai felmérések. *Iskolakultúra*, 8. 3–19.
- Beaton, A. E. – Martin, M. O. – Mullis, I. V. S. – Gonzalez, E. J. – Smith, T. A. – Kelly, D. L. (1996): *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College, Boston.
- Bloom, B. S. (1956): *Taxonomy of Educational Objective: The classification of Educational Goals*. Handbook I. Cognitive Domain. McKay, New York.
- Brunkhorst, H. K. – Yager, R. E. (1986): A new rationale for science education – 1985. *School Science and Mathematics*, 5. 364–374.
- Bybee, R. W. (1997a): *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heidemann, Portsmouth.
- Bybee, R. W. (1997b): Toward an understanding of scientific literacy. In Gräber, W. – Bolte, C. (szerk.): *Scientific literacy*. IPN, Kiel. 37–68.
- Chapman, B. (1994): The overselling of science education in the 1980s. In Levinson, R. (szerk.): *Teaching science*. Routledge, London. 190–205.
- Csapó Benő (1999): Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között. *Iskolakultúra*, 10. 5–17.
- Csapó Benő (2002, szerk.): *Az iskolai műveltség*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő (2008): Taneszközfejlesztés megvalósítása: a tudásról való tudás. In: Simon Mária (szerk.): *Tankönyvdialógusok*. Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest. 11–21.
- DeBoer, G. E. (1991): *A history of ideas in science education*. Teacher College Press, New York.
- DeBoer, G. E. (2000): Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 6. 582–601.
- Del Giorno, B. J. (1969): The impact of changing scientific knowledge on science education the United States since 1850. *Science Education*, 53. 191–195.
- Durant, J. R. (1993): What is scientific literacy. In: Durant, J. R. – Gregory, J. (szerk.): *Science and culture in Europe*. Science Museum, London. 129–137.
- Durant, J. (1994): What is scientific literacy? *European Review*, 2. 83–89.
- Ellis, J. D. (2003): The Influence of the National Science Education Standards on the Science Curriculum. In: Hollweg, K. S. – Hill, D. (szerk.): *What is the influence of the National Science Education Standards?* The National Academies Press, Washington, DC. 39–63.
- Felsham, P. J. (1985): Science for All. *Journal of Curriculum*, 17. 415–435.
- Felsham, P. J. (1988): Approaches to the teaching of STS in science education. *International Journal of Science Education*, 10. 346–356.
- Hobson, A. (1995): A természettudományok oktatása a globális változások korában. *Fizikai Szemle*, 3. 99–104.
- Hsingchi, A. W. – Schmidt, W. H. (2001): History, Philosophy, and Sociology of Science in Science Education: Results from the Third International Mathematics and Society Study. *Science and Education*, 1–3. 51–70.
- Hur, S. J. (2003): What is Scientific Literacy? In: *A Teacher's Guide for Using Web-Based Resources in the Science Classroom. Chapter 1*. [www.ioncmaste.ca](http://www.ioncmaste.ca).
- Hurd, P. D. (1958): Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 1. 13–16.
- Hurd, P. D. (1998): Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82. 407–416.
- Jenkins, E. W. (1994): Scientific literacy. In: Husen, T. és Postlethwait, T. N. (szerk.): *The international encyclopedia of education*. Volume 9. Pergamon Press, Oxford. 5345–5350.
- Laugksch, R. C. (2000): Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 1. 71–94.



- Layton, D. (1981): The schooling of science in England, 1854–1939. In: MacLeod, R. – Collins, P. (szerk.): *The parliament of science*. Science Reviews, Northwood. 188–210.
- Machamer, P. (1998): Philosophy of Science: An Overview for Educators. *Science and Education*, 1. 1–11.
- Martin, M. O. – Mullis, I. V. S. – Gonzalez, E. J., Gregory, K. D. – Smith, T. A. – Chrostowski, S. J. – Garden, R. A. – O'Connor, K. M. (2000, szerk.): *TIMSS 1999 International Science Report*. Boston College, Chestnut Hill.
- Marx György (2001): Tudatos döntésre éretten a 21. században. *Új Pedagógiai Szemle*, 9. 61–63.
- McCurdy, R. C. (1958): Towards a population literate in science. *The Science Teacher*, 25. 366–368.
- Mullis, I. V. S. – Martin, M. O. – Ruddock, G. J. – O'Sullivan, C. Y. – Arora, A. – Eberber, E. (2005, szerk.): *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, Boston.
- Mullis, I. V. S. – Martin, M. O. – Smith, T. A. – Garden, R. A. – Gregory, K. D. – Gonzalez, E. J. – Chrostowski, S. J. – O'Connor, K. M. (2001, szerk.): *Assessment Frameworks and Specifications 2003 (2nd Edition)*. International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, Boston.
- National Research Council (1996): *National science education standards*. National Academy Press, Washington DC.
- OECD-PISA (1999): *Measuring Student Knowledge and Skills*. OECD Publications, Paris. [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)
- OECD (2000): *Measuring student knowledge and skills. The PISA 2000 Assessment of reading, mathematical and scientific literacy. Education and Skills*. OECD, Párizs. [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)
- OECD (2002): Sample tasks from the PISA 2000 Assessment of reading, mathematical and scientific literacy. OECD, Párizs. [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)
- OECD-PISA (2003): *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. OECD Publications, Paris. [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)
- OECD-PISA (2006a): *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006*. OECD Publications, Paris.
- OECD-PISA (2006b): *Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1: Analysis*. OECD Publications, Paris. [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org). The full text of this book is available on line via this link: [www.sourceoecd.org/education/9789264040007](http://www.sourceoecd.org/education/9789264040007)
- Olsen, R. V. (2004): *The OECD PISA assessment of scientific literacy: how can it contribute to science education research?* Paper at NARST Annual International Conference. Vancouver, Canada, 1–4. april 2004. <http://folk.uio.no/rolfvo/engpubl.html>  
[http://folk.uio.no/rolfvo/Publications/Narst2004\\_R\\_V\\_Olsen.pdf](http://folk.uio.no/rolfvo/Publications/Narst2004_R_V_Olsen.pdf)
- Olsen, R. V. (2005): *Achievement tests from an item perspective. An exploration of single item data from the PISA and TIMSS studies, and how such data can inform us about students' knowledge and thinking in science*. Dr. Scient avhandling. Unipub, Oslo. [http://folk.uio.no/rolfvo/Publications/Rolf\\_Olsen\\_Dr\\_Scient\\_new.pdf](http://folk.uio.no/rolfvo/Publications/Rolf_Olsen_Dr_Scient_new.pdf)
- Olsen, R. V. – Lie, S. – Turmo, A. (2001): Learning about students' knowledge and thinking in science through large-scale quantitative studies. *European Journal of Psychology of Education*, 16. 3. 403–420.
- Orpwood, G. – Garden, R. A. (1998): *Assessing mathematics and science literacy*. TIMSS Monograph No. 4. Pacific Educational Press, Vancouver.
- Orpwood, G. (2001): The role of assessment in science curriculum reform. *Assessment in Education*, 8. 135–151.
- Roberts, D. A. (1983): *Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs*. Minister of Supply and Service, Ottawa.
- Roberts, D. A. (2007): *Scientific Literacy / Science Literacy*. In: Abell, S. K. és Lederman, N. G. (szerk.): *Handbook of Research on Science Education*. Lawrence Erlbaum, Mahwah. 729–780.
- Shamos, M. H. (1995): *The myth of scientific literacy*. Rutgers University Press, New Brunswick.
- Shen, B. S. P. (1975): Science literacy and the public understanding of science. In: Day, S. B. (szerk.): *Communication of scientific information*. Karger AG, Basel. 44–52.
- Snow, C. P. (1959): *The Two Culture and the Scientific Revolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Solomon, J. (1998): The science curricula of Europe and the notion of scientific culture. In Roberts, D. A. és Östman, L. (szerk.): *Problems of meaning in science curriculum*. Teachers College Press, New York. 166–177.
- Tiberghein, A. (2007): Legitimacy and references of scientific literacy. In: *Linnaeus Tercentenary 2007 Symposium: Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction*. LSL Symposium, 28–29 May. 195–199. <http://www-conference.slu.se/lslsymposium/program/Binder.pdf>
- Trefil, J. (1996): *Scientific literacy*. In: *Annals of the New York Academy of Sciences*, 775. Volume I: Design and Development. University Press, Boston College, Chestnut Hill. 543–550.